

캡사이신 함유 나노에멀션으로 반죽한 생면의 품질특성과 저장안정성

김민지 · *이수정*

(주)바이오프로후즈, *부천대학교 식품영양과

Quality Characteristics and Storage Stability of Wet Noodle based on Capsaicin-loaded Nanoemulsions

Min-Ji Kim and *Soo-Jeong Lee*

Bioprofoods Co. Ltd., Seoul 08861, Korea

*Dept. of Food & Nutrition, Bucheon University, Bucheon 14632, Korea

Abstract

The objectives of this study was to investigate the properties and stability of the wet noodles added to nanoemulsion as a industrial model system, and in so doing, survey practical applicability in the food industry. In order to test out these objectives, the characteristics and stability of the wet noodles added to nanoemulsion were investigated and their cooking characteristics and capsaicinoids loss were examined. As a result, the test results showed that the findings indicated that the post-cooking loss of capsaicinoids in the wet noodles added to double-layer nanoemulsion covered with chitosan was less than the losses in the wet noodles added to any other noodles. More especially, this demonstrates that the noodle added to double-layer nanoemulsion covered with chitosan scored significantly higher than the others with reference to their cooking properties, color, texture, stability for storage stability, and sensory evaluation. These results show that the findings of this study demonstrated that the noodles added to nanoemulsions could be produced as a food-grade merchandise because they could provide enhanced encapsulation capacity of capsaicinoids and higher acceptability.

Key words: capsaicinoids, nanoemulsion, wet noodle, quality characteristics, storage stability

서 론

매운맛의 주성분인 capsaicinoids는 가지과에 속하는 고추 (*Capsicum annuum* L. 또는 건조 *Capsicum frutescens* L.) 열매를 유기용제로 추출한 oleoresin capsicum의 주성분이며, 대표적인 지용성 생리활성성분이다(KFDA 2010). Capsaicinoids는 적당량을 섭취하였을 때 항산화 작용에 의한 혈중 지질 조성 개선, 항암효과, 항염증효과, 암세포 증식 억제, 면역 조절 등 여러 가지 생리활성 작용은 물론, 치매 개선 등에 효과적이라는 많은 연구결과가 보고되고 있다(Liu 등 2016; Clark 등 2015; Yamaguchi 등 2010; Seo 등 2008; Xu 등 2005).

한국인의 매운맛 선호도는 세계적 수준이며, 해가 갈수록

높아지고 있는 추세로써(Kim 등 2013; Kim & Bang 2000) 식품시장에서 다양하게 활용되고 있으며, 특히 치킨업계에서 시작된 매운맛 열풍은 이제 가공식품 전반으로 확장되며 소비자를 공략하고 있다. 과도한 스트레스와 불안에 노출된 현대인들은 타는 듯한 강한 맛 섭취를 통하여 기분을 전환하고, 이런 현상이 증가할수록 매운 음식 열풍은 당분간 지속될 것으로 판단된다. 이러한 경향에 부합하여 식품산업에서도 고추 등에 함유된 capsaicinoids의 매운맛 특성을 이용한 캡사이신 소스, 드레싱, 핫소스, 후레이크, 고추장 등 소비자 기호도와 기능성을 만족시키는 다양한 제품화 연구가 진행 중이다(Kim 등 2006; Kwon 등 1998). 그러나 매운맛에 익숙지 않은 어린이, 외국인, 노인 등과 같이 매운맛에 취약한 집단의 경

* Corresponding author: Soo-Jeong Lee, Dept. of Food & Nutrition, Bucheon University, Bucheon 14632, Korea. Tel: +82-32-610-3445, Fax: +82-32-610-3205, e-mail: gerda@bc.ac.kr

우, 직접적인 자극취와 강렬한 작열감 등 때문에 식품 선택에서 어려움을 느끼며, 직접적인 섭취를 기피하는 것으로 조사되었다(Park 등 2012).

나노에멀션은 생리활성 성분의 용해도와 저장안정성 증가, 잔류시간의 증가, 체내 흡수율 향상 등 기존 기술에서의 문제점이었던 지용성 생리활성성분의 경구 투여시 발생하는 낮은 체내 이용률의 문제점을 극복할 수 있는 식품소재이다. 또한 섭취 중 느껴지는 일차적인 작열감과 향미를 완화시켜 매운맛에 취약한 집단에게 기호도 면에서 긍정적인 평가가 기대되며, 외부환경에 불안정한 지용성 생리활성성분의 효과적인 전달체로써 음료나 식품 형태로의 가공 및 적용이 가능할 것으로 판단된다(Kim 등 2016).

지속적인 경제발전으로 인한 소득수준의 증가와 소비자의 의식구조 향상은 건강지향형 고부가가치 식품에 대한 요구도 증가로 이어져, 면류의 경우에도 건면 중심의 소비 추세에서 신선하고 건강한 웰빙 생활을 추구하는 생면 중심으로 바뀌어가고 있다. 생면시장은 1994년 농심에서 생생라면을 출시한 이후 소비자들의 생면 제품 선호 경향이 뚜렷해진 가운데 냉장, 냉동 시설의 발달과 함께 원활한 유통 체계가 갖춰짐에 따라 연 20% 이상의 고성장세가 지속될 것으로 전망된다(Cheon 등 2016; Kim UK 2005).

생면 조제 중 면대 제조과정에서 유화제를 첨가하면 면의 탄성과 유연성이 증가하며, 광택과 보존성이 향상되어 품질 개선제로써의 역할을 하고, 제품의 rheological 특성에 영향을 준다는 연구 결과들이 보고되고 있다(Ding & Yang 2013; Choy 등 2010). 그러므로, 지용성 생리활성 성분을 가진 O/W 나노에멀션을 밀가루에 반죽수로 혼합하여 생면을 조제하면, 유화제로써의 면류의 품질개량 효과와 함께 나노에멀션 내에 포집되어 있는 지용성 생리활성 성분 보호와 경구 섭취 후 체내이용률의 증가 효과를 기대할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 전보의 후속연구로써(Kim 등 2016) 기능성분의 생체이용효율을 상승시키면서도 기호성을 만족시킬 수 있는 식품 개발을 위한 모델시스템으로써 미세유동화법에 의하여 제조한 캡사이신 나노에멀션을 생면에 첨가하여 그 품질특성과 저장안정성을 검토함으로써, 나노에멀션의 식품산업에서의 실제적인 응용 가능성과 다양한 제품에 활용 가능한 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 시약 및 나노에멀션 조제

나노에멀션 조제에 사용한 시약은 2010년 2월 (주)G&F에서 구매한 Oleoresin capsicum(OC, Capsicum Oleoresin from *Capsicum frutescens* L., SHU 100,000, India)을 사용하였고,

Tween 80(P8074, polyoxyethylenesorbitan monooleate)과 알긴산(A2158, from brown algae, viscosity of 2% solution at 25°C: ~250 cps)은 Sigma(USA), propylene glycol(PG)은 Junsei(Japan)의 특급 시약을 사용하였다. 키토산(Mw 330,000, deacetylation 93%)은 수용성 형태로 실험실에서 조제하여 이용하였다. 생면 반죽수로 이용한 단일층 나노에멀션, 알긴산 나노에멀션, 키토산 나노에멀션은 Kim 등(2016)의 전보에서와 동일한 방법에 의하여 제조하여 사용하였다(Fig. 1).

2. 생면조제

과량의 캡사이신 섭취는 복통, 장점막 손상, 소화기 질환 등의 유병률을 증가시킬 수 있다는 보고가 있으나(Hwang 등 2010), 적정량의 캡사이신은 음주, 산, 스트레스로부터 위 점막을 보호한다는 많은 연구결과가 제시되어 있다(Kim 등 2010; Na 등 1999). 그러므로 생면에 첨가할 적정량의 capsaicinoids 함량은 라면스프와 고춧가루로부터 하루 섭취 capsaicin량을 약 0.38-4.95 mg으로 추정하였던 Park 등(1999), 노중 대사체 정량에 의해 capsaicinoids 하루 섭취량을 3.53 mg로 추정하였던 Choo & Kwon(2001), 관능평가에 의하여 매운맛의 한계농도를 0.1 mg% 이상이라 설정하였던 Ku 등(2001)의 연구에 근거하여 밀가루와 혼합할 반죽수의 조성을 달리

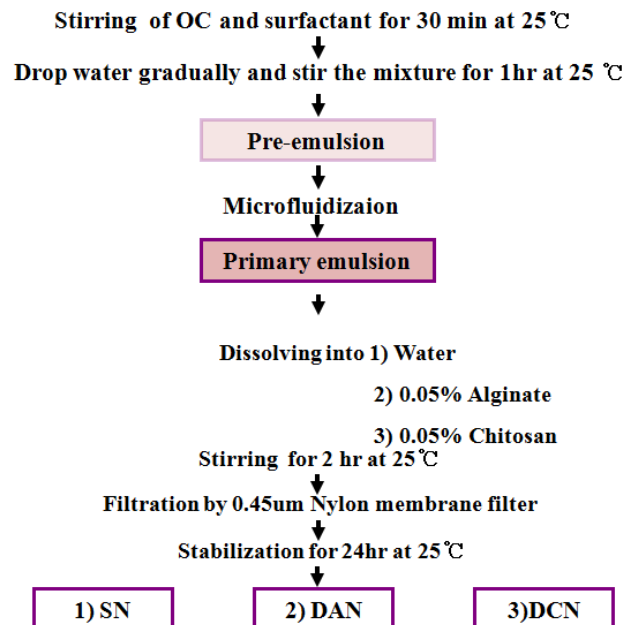


Fig. 1. Preparation of CLN by microfluidization.^{a)} CLN, capsaicin-loaded nanoemulsion; OC, oleoresin capsicum; SN, single-layer nanoemulsion; DAN, double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, double-layer (chitosan) nanoemulsion. ^{a)} The emulsions were prepared at the pressure of 140 MPa and 5 cycles, respectively.

하여 Table 1과 같이 정하였다. 물반죽 생면은 밀가루 무게 기준으로 40%의 생수로 반죽하였고, pre-emulsion 생면은 pre-emulsion을 0.5%(w/v) 농도로 증류수에 희석한 액으로 반죽하였다. 나노에멀션 생면은 반죽의 최종 capsaicinoids 함량을 2 µg/g dough로 하여 반죽수를 조절하였다. 생면은 Lee 등 (2008)의 방법에 따라 가정용 반죽기(5KSSS, Kitchen Aid, USA)를 사용하여 조절하였다. 밀가루 무게 100 g 기준으로 2%의 정제염을 생수에 녹여 소금물을 준비하고, 나노에멀션과 혼합하여 만든 나노에멀션 반죽수를 spiral dough hook로 교반 중인 밀가루에 서서히 투입하였다. 이때 교반속도는 speed control lever 2단으로 5분, 1단으로 5분간 작동하였다. 반죽은 폴리에틸렌 필름에서 실온에서 1시간 숙성 후 150 g 씩 분할하여 가정용 제면기(BE-6200, 벨엘산업, 대한민국)의 면대 형성틀을 4.0 mm에서 1.8 mm까지 3회 통과시켜 최종 두께 1.8 mm, 너비 4.0 mm의 국수 가닥으로 조절하였다. 완성된 생면은 150 g씩 진공으로 포장하여 4°C에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

3. 생면과 조리면의 품질특성과 저장성

1) 수분흡수율, 부피변화, 가용성 고형분 용출량

조리에 따른 수분흡수율, 증가부피와 가용성 고형분 용출량 등은 건면, 생면 등의 조리 전후 중요한 품질자료로 활용되고 있다(Collado & Corke 1997). 조리면의 수분흡수율은 생면 30 g을 300 mL의 끓는 증류수에서 3분간 가열 즉시 1분간 냉각하고, 10분간 자연 탈수하여 측정하였다. 조리 후 변화된 부피는 무게를 측정한 후, 300 mL 증류수가 담긴 500 mL 메스실린더에 담가 증가한 물 부피로 계산하였다. 가용성 고형분 용출량은 생면을 가열한 조리액 10 mL를 취하여 105°C 상압가열건조법으로 분석하였다. 면의 수분흡수율은 다음 식

에 의하여 계산하였다(Hwang & Jang 2001).

$$\text{수분흡수율 (\%)} = \frac{\text{조리후 무게} - \text{조리전 무게}}{\text{조리 전 무게}} \times 100$$

2) 수분함량

생면과 조리면의 수분함량은 105°C 상압가열건조법에 의하여 분석하였다(KFDA 2010).

3) 색도

생면과 조리면은 색체계(Chromo meter, CR-400, Minolta, Japan)를 국숫발에 직접 접촉시켜 5회 이상 측정하여 그 평균값을 Hunter값(L, a, b)과 색도차인 ΔE에 의하여 표시하였다. 실험 전 보정에 이용한 백색판의 표준 값은 Y=93.6, X=0.3131, y=0.3192였다(Hwang & Jang 2001).

4) 텍스처

생면과 조리면의 텍스처는 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Co., UK)를 사용하였다. 시료는 15 cm 길이로 하여 1가닥씩 10회 이상 반복하여 측정한 평균값으로 하였으며, Table 2와 같은 조건에 의하여 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness) 항목을 평가하였다(Hwang & Jang 2001).

5) 주사전자현미경 관찰

생면과 조리면은 국숫발을 1 mm 이내로 세로로 절단하여 동결건조한 시료를 이용하였다. 시료는 carbon tape를 붙인 금속판 위에 고정을 시키고, 진공상태에서 1분 30초간 ion sputter(Sputter Coater 108 AUTO; JEOL Ltd., Japan)로 백금 코팅하여, 20 kV의 주사전자현미경(JSM-6701F, JEOL Ltd.,

Table 1. Formulas for wet noodles based on CLN by microfluidization

Ingredients (%)	Sample				
	CON1	CON2	SN	DAN	DCN
Wheat flour	100	100	100	100	100
Salt	2	2	2	2	2
Water	40		6.66	6.24	4.18
Pre-emulsion		40			
SN-NE			33.3		
DAN-NE				33.8	
DCN-NE					35.8

CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion; SN-NE, single-layer nanoemulsion; DAN-NE, double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN-NE, double-layer (chitosan) nanoemulsion.

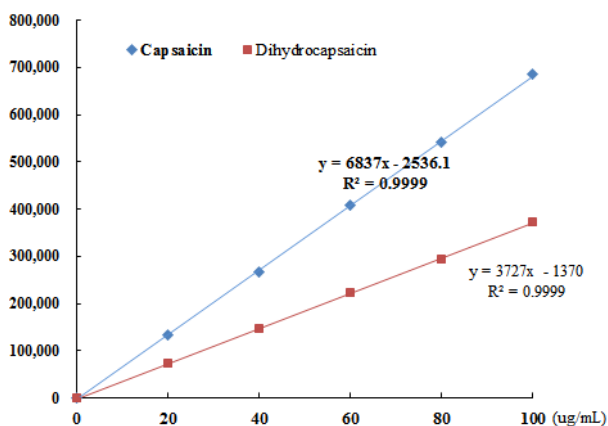
Table 2. Conditions of texture analyzer

Acquation rate	400 pps
Contact force	5.0 g
Pre-test speed	0.2 mm/s
Post-test speed	0.2 mm/s
Test speed	0.2 mm/s
Strain	50.00%
Threshold	50 g
Time	0.50 s
Trigger type	Auto 10 g
Probe	2 mm Dia cylinder aluminium

Japan)을 사용하여 1,000배 배율로 관찰하였다(Katagiri & Kitabatake 2010).

6) Capsaicinoids 함량

생면과 조리면의 capsaicinoids는 시료 약 5 g을 정확히 취하여 95% ethanol 50 mL를 혼합하여 90°C 이상의 수조에서 3시간 교반, 추출하여 냉각하였다. 추출액은 10 mL를 취하여 5 g의 mixed resin(M8157, Sigma, USA)과 혼합하여 resin의 보라색이 호박색으로 변화하면, 0.2 µm PVDF Syringe filter(Whatman, England)로 여과한 후 Ha 등(2010)의 방법을 변형하여 HPLC(LC-NET II/ADC, Jasco, Japan)에서 XDB-C₁₈(Agilent Technologies, USA) 250 mm×4.6 mm, 5 µm particle size column으로 20 µL를 주입하여 35°C, 280 nm, 0.8 mL/min을 조건에서 분석하였다. Capsaicin과 dihydrocapsaicin의 혼합물(65:35, Fluka, Switzerland)을 표준물질로 하여, Fig. 2의 0, 20, 40, 60, 100 µg/mL(R²=0.999)의 표준곡선식에 의하여 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 함으로 정량하였다.

**Fig. 2. Standard curve of HPLC for capsaicinoids.**

7) 저장성

생면과 조리면은 15×25 cm 폴리에틸렌 필름에 150 g 단위로 진공 포장한 후 4°C 냉장고에 저장하면서 사용하였다. 시료는 7일 간격으로 10 g을 무균상태에서 멸균백에 취하고 멸균 생리식염수 90 mL를 가하여 Stomacher(400P, Interscience, France)에서 5분간 교반한 현탁액을 pH 측정과 미생물 실험에 사용하였다. 저장 중 생면의 pH 변화는 생균수 측정에 사용한 현탁액 20 mL를 pH meter(720A, ORION, USA)로 측정하였다. 미생물 변화는 평판배양법으로 하여, 총균은 PCA agar(Difco, USA)에 분주하여 37°C에서 48시간, 효모와 곰팡이는 PDA agar(Difco, USA)에 분주하여 25°C에서 72시간, 대장균은 3M film(3M, USA)에 분주하여 37°C에서 24-48시간 배양한 후 생성된 colony수를 측정하였다(KFDA 2010).

8) 관능검사

나노에멀션으로 반죽한 조리면을 차이식별검사와 기호도 검사를 9점 척도법에 의하여 실시하였다. 패널은 한국식품연구원에서 재직 중인 25~35세 남녀연구원 30명이었다. 각 시료는 3자리 난수로 나타난 일회용 컵에 담아서 제시하였다. 평가 항목은 기호도 조사의 경우, 외관, 매운맛, 붉은 정도, 텍스처, 전체적인 기호도를 실시하였다(Hwang & Jang 2001).

4. 통계처리

실험결과는 SAS system(Ver. 9.4, Cary NC, USA)의 분산분석(ANOVA)을 사용하였으며, Duncan's multiple range test를 이용하여 각 처리구간 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 생면과 조리면의 품질특성

1) 수분흡수율, 부피변화, 가용성 고형분 용출량

유화제는 아이스크림, 마요네즈 유화, 빵 등에 다양한 용도로 food system에 널리 사용되고 있다(Woo 등 2015). 제면 시 첨가하면 조리 중 제조공정을 원활하게 하며, 전분의 용출과 노화 방지 효과 등으로 품질개량제의 일종으로 사용된다. 본 실험에서 사용된 프로필렌글리콜은 습윤·유화·안정제로서 정균작용이나 보존목적에 사용되며, 저장성을 연장시키는데 도움을 줄 수 있는 것으로 알려져 있다(Yoon HY 2007). 그러므로 지용성 생리활성 성분이 포함된 O/W 나노에멀션을 반죽수로 이용하여 생면을 조제하고 생면의 품질특성과 저장안정성을 살펴봄으로써, 유화제 첨가에 의한 품질개량 효과와 동시에 나노에멀션 내에 포함된 지용성 생리활성 성분의 보호 효과를 살펴보고, 생면의 저장기간 연장 여부를 조사하였다. 단일층 나노에멀션, 알긴산 이중층 나노에멀션, 키

토산 이중층 나노에멀션을 반죽수로 하여 만든 각각의 생면의 수분흡수율, 증가부피, 가용성 고형분 용출량은 Table 3과 같다.

Lee 등(2000)의 결과와 같이 물반죽 생면과 비교하였을 때 Pre-emulsion과 나노에멀션을 반죽수로 하여 만든 생면의 수분흡수율은 증가하는 경향이었고, 가용성 고형분 용출량은 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). Kim JS(1998)는 조리면의 가용성 고형분 용출량이 클수록 면이 조리된 후 쉽게 풀어지고 끊어진다고 하였고, Kim & Son(2004)은 PG와 중합인산염을 첨가한 생면의 탁도가 유의적으로 낮은 값을 보였다고 하여 본 실험과 같은 경향을 보고하였다. 이는 밀가루 내에서 에멀션이 균일하게 분산되어 급작스런 물의 이동을 저지하고, 밀가루 단백질의 점착력을 증가시켜 가용성 단백질을 용출을 억제시킨 것으로 생각되었다. 또한 알긴산과 키토산 등의 검물

질은 수분 결합력이 강하고 반죽 내에서 수분을 균일하게 분포시킬 수 있기 때문에(Anderson & Andon 1988), 부피증가율 및 가용성 고형분 손실량이 감소된 것으로 생각된다. Lai HM(2001)은 쌀국수의 품질특성에 미치는 유화제의 영향을 검토하여 조리한 쌀국수의 유화제 첨가는 유화제의 종류에 따라 차이는 있었지만, 대체로 조리 손실을 감소시켰다고 하여 본 연구와 같은 결과를 보고하였다.

2. 생면과 조리면의 색도

단일층 나노에멀션, 알긴산 이중층 나노에멀션, 키토산 이중층 나노에멀션을 반죽수로 하여 만든 각각의 생면과 조리면의 색도 차이는 Table 4에 나타내었다.

생면의 색도 변화는 물반죽 생면은 pre-emulsion 생면이나 나노에멀션 생면과 비교하여 명도를 나타내는 L값은 76.59

Table 3. Cooking properties of wet noodles based on CLN after cooking¹⁾

	Water absorption (%)	Volume (mL)	Soluble solid (%)
CON1	53.45±2.63 ^{a,2)}	41.67±2.89 ^{bc}	0.50±0.07 ^a
CON2	54.84±3.54 ^a	46.67±2.89 ^a	0.39±0.01 ^b
SN	54.83±3.01 ^a	45.00±0.00 ^{ab}	0.41±0.02 ^b
DAN	55.51±3.08 ^a	41.67±2.89 ^{bc}	0.45±0.03 ^b
DCN	56.97±4.54 ^a	40.00±0.00 ^c	0.45±0.03 ^b

CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

¹⁾ Mean±standard deviation (SD) of three replications (n=3).

²⁾ Data with different superscript small letters (^{a-c}) in a column are significantly different ($p<0.05$).

Table 4. Color value of wet noodles based on CLN before/after cooking¹⁾

	L	a	b	ΔE	
Before	CON1	76.59±1.06 ^{a,2)}	-2.03±0.02 ^d	15.66±0.30 ^d	57.09±1.09 ^a
	CON2	68.51±0.53 ^c	6.20±0.13 ^a	28.42±0.19 ^a	55.11±0.45 ^b
	SN	71.94±0.23 ^b	3.24±0.26 ^b	26.20±0.71 ^c	56.74±0.36 ^a
	DAN	71.87±0.16 ^b	3.41±0.04 ^b	26.87±0.30 ^b	57.00±0.21 ^a
	DCN	73.01±0.73 ^b	2.99±0.11 ^c	25.71±0.27 ^c	57.46±0.78 ^a
After	CON1	72.53±0.87 ^a	-1.39±0.17 ^c	14.96±0.32 ^c	52.98±0.90 ^a
	CON2	65.91±1.64 ^b	5.37±0.27 ^a	26.87±0.60 ^a	52.01±1.68 ^{ab}
	SN	66.59±2.00 ^b	2.69±0.16 ^b	23.36±0.48 ^b	50.66±1.94 ^b
	DAN	66.08±2.29 ^b	2.69±0.26 ^b	23.35±0.65 ^b	50.22±2.24 ^b
	DCN	66.38±0.72 ^b	2.56±0.13 ^b	23.29±0.27 ^b	50.44±0.72 ^b

CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

¹⁾ Mean±standard deviation (SD) of three replications (n=5).

²⁾ Data with different superscript small letters (^{a-d}) in a column are significantly different ($p<0.05$).

± 1.06 으로 가장 높았고, 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 각각 -2.03 ± 0.02 , 15.66 ± 0.30 으로 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다. a값과 b값은 pre-emulsion 생면이 유의적으로 가장 높았으며, 각각 6.20 ± 0.13 과 28.42 ± 0.19 였고($p < 0.05$), 이는 관능평가의 붉은 색 강도를 높게 평가된 것과 같은 결과였다. 한편, 생면과 비교하여 조리면의 색도는 모든 처리구에서 L, a, b값이 유의적으로 낮아졌는데($p < 0.05$), L값은 $65.91 \pm 1.64 \sim 72.53 \pm 0.87$, a값은 $-1.39 \pm 0.17 \sim -5.37 \pm 0.27$, b값은 $14.96 \pm 0.32 \sim 26.87 \pm 0.60$ 으로 측정되었다. 또한, 물반죽 생면을 기준으로 ΔE 값은 pre-emulsion 생면의 경우, 1.98로 감지할 수 있을 정도의 색 차이가 낮으나, 조리 후에는 pre-emulsion 면의 ΔE 값이 0.97로 생면에 비교하여 색 차이가 줄어든 것으로 평가되었다. 또한 단일층 나노에멀션과 이중층 나노에멀션 생면은 0.09~0.37로 색 차이가 거의 없었으나, 조리 후 ΔE 값은 물반죽 면을 기준으로 2.32~2.76으로 감지할 수 있을 정도의 색 차이를 나타내었다.

나노에멀션 생면의 색도가 pre-emulsion 생면과 비교하여 차이가 나는 것은 나노에멀션 형태가 지용성 기능성분인 OC를 포집하였고, 또한 이중층에멀션은 계면활성제 주위에 알긴산과 키토산 분자들이 얇은 층을 형성하여 단일층 나노에멀션과 비교하여 물반죽 생면과의 색상 차이가 줄어든 것으로 생각된다. Lee 등(2008)에 의하면 국수의 색도는 각 식품 원료의 고유 색상에 의하여 그 최종 제품의 색도 특성이 달라

지며, Hwang & Jang(2001)의 결과에 따르면 대조구와 비교하여 파프리카를 첨가한 생면과 조리면의 L값은 감소하였고, a값과 b값은 증가하여 본 결과와 동일한 결과를 제시하였다. 한편, Kim & Hong(2008)은 홍고추액을 첨가한 생면 파스타의 품질 특성을 연구하여 조리 전과 비교하여 조리 후 전분이 호화되면서 팽화와 물의 흡수로 인하여 L값이 증가하였고, a값과 b값은 약해졌다고 하여 본 연구결과와 다르게 보고하였다.

3. 생면과 조리면의 텍스처

단일층 나노에멀션, 알긴산 이중층 나노에멀션, 키토산 이중층 나노에멀션을 반죽수로 하여 만든 각각의 생면과 조리면의 텍스처 차이는 Table 5와 같다.

견고성은 물반죽 생면이나 pre-emulsion 생면과 비교하여 에멀션 생면이 $672.71 \pm 149.36 \sim 684.97 \pm 84.57$ 로 낮았다. 그러나 조리 후에는 반대로 에멀션 조리면에서 더 높은 견고성을 나타내는 경향이였다. 부착성은 물반죽 생면과 비교하여 4개의 에멀션반죽 생면에서 유의적으로 낮았고, 조리 후에도 물반죽 조리면의 부착성이 유의적으로 가장 높았다($p < 0.05$).

국수의 텍스처 중 중요한 특성인 탄력성은 키토산 나노에멀션 생면에서 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$), 그러나 물반죽 조리면과 pre-emulsion 조리면의 탄력성은 $0.77 \sim 0.78$ g/cm², 에멀션반죽 면은 $0.79 \sim 0.80$ g/cm²로 약간 높은 경향이였으나, 유의적 차이는 보이지 않았다. 이상의 측정 결과를

Table 5. Texture profile analysis parameters for wet noodles based on CLN before/after cooking¹⁾

		Hardness(g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
Before	CON1	701.27 \pm 114.14 ^{a,2)}	-21.45 \pm 17.98 ^b	0.29 \pm 0.03 ^b	0.28 \pm 0.03 ^a	57.49 \pm 14.52 ^{ab}
	CON2	773.45 \pm 58.82 ^a	-13.69 \pm 6.73 ^{ab}	0.30 \pm 0.02 ^{ab}	0.30 \pm 0.03 ^{ab}	68.48 \pm 13.15 ^a
	SN	708.58 \pm 95.28 ^a	-6.33 \pm 2.90 ^a	0.30 \pm 0.02 ^{ab}	0.28 \pm 0.03 ^{ab}	60.25 \pm 12.43 ^{ab}
	DAN	672.71 \pm 149.36 ^a	-6.91 \pm 2.29 ^a	0.29 \pm 0.03 ^b	0.26 \pm 0.03 ^b	50.54 \pm 9.40 ^b
	DCN	684.97 \pm 84.57 ^a	-11.42 \pm 4.35 ^{ab}	0.32 \pm 0.02 ^a	0.30 \pm 0.03 ^a	66.42 \pm 18.07 ^a
After	CON1	721.76 \pm 179.03 ^a	-411.24 \pm 155.42 ^b	0.78 \pm 0.11 ^a	0.65 \pm 0.05 ^a	420.93 \pm 118.61 ^a
	CON2	752.64 \pm 64.31 ^a	-318.90 \pm 137.67 ^{ab}	0.77 \pm 0.18 ^a	0.60 \pm 0.11 ^a	364.59 \pm 127.26 ^a
	SN	792.92 \pm 238.84 ^a	-294.43 \pm 211.16 ^{ab}	0.80 \pm 0.06 ^a	0.63 \pm 0.02 ^a	401.04 \pm 145.92 ^a
	DAN	738.99 \pm 82.16 ^a	-253.26 \pm 99.36 ^a	0.79 \pm 0.04 ^a	0.63 \pm 0.04 ^a	366.69 \pm 52.96 ^a
	DCN	745.25 \pm 81.69 ^a	-256.54 \pm 97.45 ^a	0.79 \pm 0.05 ^a	0.64 \pm 0.04 ^a	380.23 \pm 76.68 ^a

CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

¹⁾ Mean \pm standard deviation (SD) of three replications (n=10).

²⁾ Data with different superscript small letters (^{a,b}) in a column are significantly different ($p < 0.05$).

분석해 본 결과, 나노에멀션 첨가는 생면과 조리면의 부착성을 낮추고, 탄력성을 증가시켜 국수의 텍스처와 품질 개선에 효과적인 것으로 생각되었다.

Ji SK(2000)는 면의 조제 과정에서 유화제를 사용하면 단백질, 탄수화물과 작용하여 유지를 균일하게 분산시키고, 탄력이 있고 견고한 반죽을 만들어 품질을 개량할 수 있기 때문에, 식품산업에서 면을 가공할 때 2~3% 정도의 유화제를 첨가할 수 있다고 하였고, Ding & Yang(2013)도 밀가루반죽의 가공적성과 기능성을 향상시키기 위하여 유화제를 첨가하여 그 물성을 조사하여 유화제 첨가에 따라 국수의 반죽유동학적 특성 및 품질이 개선되었음을 보고하였다.

4. 생면과 조리면의 전자주사현미경 관찰

물, pre-emulsion, 키토산 나노에멀션으로 조제한 생면과 조리면의 절단면을 1,000배로 확대하여 전자주사현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다.

물반죽 생면과 pre-emulsion 생면에서는 글루텐망에 다양한 크기의 전분입자들이 불규칙하고 거칠게 퍼져 있었고, 크기가 불규칙한 공간이 관찰되었다. 키토산 나노에멀션 생면은 전체적으로 작은 전분 입자들이 균일하게 글루텐망 내부에 채워져 있었다. 또한 키토산 나노에멀션 면은 물반죽 면과 pre-emulsion 면과 비교하여 글루텐망과 상호작용으로 부드러운 표면구조를 관찰할 수 있었다.

Niu 등(2017)은 통밀반죽에 유화제의 일종인 sodium stearyl latete(SSL)을 첨가한 처리구는 글루텐 단백질의 응집을 촉진시키고, 전분입자와 결합하여 국수반죽에서 단백질 전분 상호작용을 촉진하여 글루텐-전분-지질 복합체의 생성을 촉진하고, 더욱 조밀한 구조를 생성하였다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 제시하였다. 또한 Kerch 등(2008)은 제빵과

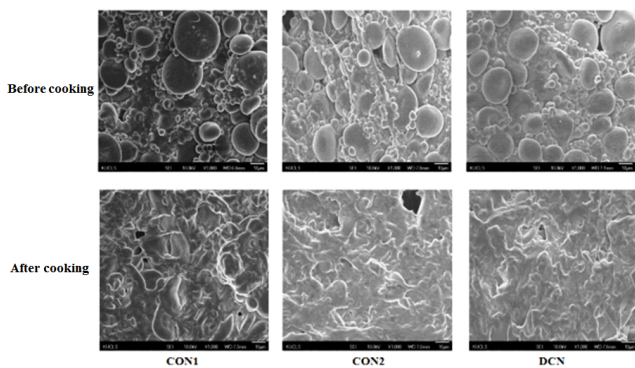


Fig. 3. Scanning electron microscopy($\times 1,000$) of wet noodles based on CLN before/after cooking. CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

노화의 물리화학적 변화에 미치는 키토산의 영향을 연구하였는데, 키토산은 노화 중 빵 내부의 기공크기를 축소시켜 빵 덩어리의 밀도를 높인다고 하였다. Lai HM(2001)은 distilled glyceryl monostearate(GMS)가 쌀국수 품질에 미치는 영향을 연구하여, 수많은 작은 전분입자들이 GMS를 첨가한 국수에서 발견되었으며, 이것은 GMS가 전분입자의 팽윤을 유의적으로 제한하여 전분호화를 지연시킬 수도 있음을 의미하며, GMS의 첨가에 의한 전분 호화의 지연은 조리면의 형태를 유지할 수 있기 때문에 바람직한 것으로 보고하였다.

5. 조리 후 생면의 capsaicinoids 손실율

물반죽 생면을 제외한 Pre-emulsion 생면, 단일층 나노에멀션 생면, 이중층 나노에멀션 생면을 조리한 후 capsaicinoids 함량을 정량한 결과는 Fig. 4와 같다. 조리 전, 후의 capsaicinoids 손실율은 키토산 이중층 나노에멀션 19.28% < 알긴산 이중층 나노에멀션 27.67% < 단일층 나노에멀션 34.89% < pre-emulsion 40.18% 순서였다. 결과적으로 pre-emulsion 생면과 비교하여 에멀션 처리구의 capsaicinoids 포집효율이 높았고, 단일층 나노에멀션구와 비교하여 이중층 나노에멀션구의 포집효율이 더 높게 분석되었다.

Abrol 등(2005)은 약물을 이용한 나노에멀전을 제조할 때 효과적인 방출 속도 지연에 대하여 연구하였고, Kelmann 등(2007)은 carbamazepine를 castor oil과 MCT에 용해시켜 레시틴과 polyoxyl 35 caster oil으로 나노에멀전을 제조 후 *in vitro* release 실험을 진행한 결과, 나노에멀션이 대조구에 비하여 방출 속도가 지연되었다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보

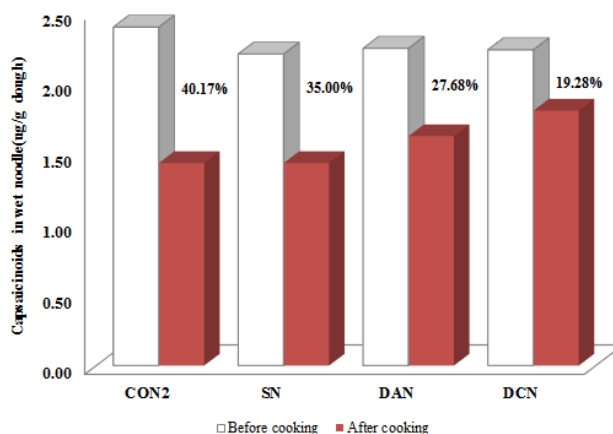


Fig. 4. Capsaicinoids loss of wet noodles based on CLN before/after cooking. CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

고하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 물반죽 생면이나 pre-emulsion 생면에 비교하여 나노에멀션의 유용성분 보호 효과와 이중층 나노에멀션을 구성하는 생고분자의 캡사이신 방출 속도 연장과 성분 보호 효과를 기대할 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서 밝혀진 결과와 결론을 바탕으로 하여 생체 전달 시스템에서의 방출효율 등에 대한 후속연구가 진행되어야 할 것으로 생각되었다.

6. 생면의 저장안정성

1) pH, 수분함량, 색도 변화

4°C에서 28일 동안 저장한 생면의 pH는 Table 6과 같다. 생면의 초기 pH는 시료에 따라 5.96±0.00~6.24±0.04 범위로 칼국수나 우동의 초기 pH가 6.01인 것과 비교하여 비슷한 경향을 나타내었다(Park 등 1994). 물반죽 생면의 pH는 저장 21일까지 pH 5.96±0.00에서 pH 6.35±0.01로 유의적으로 증가하

다가($p<0.05$), 저장 28일째 pH 5.65±0.05로 급격히 감소하였다. Pre-emulsion 생면과 나노에멀션 생면은 초기 pH가 6.13±0.01~6.24±0.04였고, 저장 7일까지 pH 6.31±0.01~6.51±0.00으로 유의적으로 증가하여 21일까지는 비슷한 수준을 유지하였으나, 이후 pH 5.74±0.03~5.97±0.03으로 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 결과적으로, 4°C에서 저장 28일 후 생면의 pH는 물반죽 생면 < 알긴산 나노에멀션 생면 < 단일층 나노에멀션 생면 < 키토산 나노에멀션 생면 < pre-emulsion 생면 순서로 변화하였고, 처리구 모두 pH가 6.00 이하로 감소하였다. 한편, 키토산 나노에멀션 생면은 나머지 4개의 처리구와 비교하여 저장 기간 동안 유의적으로 높은 pH를 유지하였다. 한편, Lee 등(2000)은 생면을 4°C에서 저장하였을 때 대조구와 비교하여 키토산 첨가구의 pH 변화가 적었다고 하여 본 결과와 같은 경향을 제시하였다.

4°C에서 28일 동안 저장한 생면의 수분함량 변화는 Table 7과 같다. 저장 0일, 물반죽 생면과 pre-emulsion 생면의 수분함

Table 6. Change of pH in wet noodles based on CLN for 28 days at 4°C¹⁾

	Storage(day)				
	0	7	14	21	28
CON1	5.96±0.00 ^{c,2),D,3)}	6.03±0.04 ^{d,C}	6.11±0.03 ^{d,B}	6.35±0.01 ^{a,A}	5.65±0.05 ^{d,E}
CON2	6.13±0.01 ^{b,C}	6.43±0.04 ^{b,A}	5.99±0.00 ^{e,D}	6.32±0.04 ^{ab,B}	5.97±0.03 ^{a,D}
SN	6.24±0.04 ^{a,B}	6.38±0.06 ^{b,A}	6.27±0.00 ^{b,B}	6.24±0.02 ^{b,B}	5.90±0.04 ^{b,C}
DAN	6.20±0.01 ^{a,BC}	6.31±0.01 ^{c,A}	6.15±0.01 ^{c,C}	6.23±0.07 ^{c,B}	5.74±0.03 ^{c,D}
DCN	6.22±0.04 ^{a,C}	6.51±0.00 ^{a,A}	6.35±0.01 ^{a,B}	6.34±0.04 ^{a,B}	5.94±0.04 ^{ab,D}

CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

¹⁾ Mean±standard deviation (SD) of three replications (n=3).

²⁾ Data with different superscript small letters (^{a-d}) in a column are significantly different ($p<0.05$).

³⁾ Data with different superscript capital letters (^{A-E}) in a row are significantly different ($p<0.05$).

Table 7. Change of moisture contents in wet noodles based on CLN for 28 days at 4°C¹⁾

	Storage(day)				
	0	7	14	21	28
CON1	32.37±0.48 ^{b,2),A,3)}	31.72±1.13 ^{a,A}	31.36±0.47 ^{c,A}	31.85±0.20 ^{c,A}	32.15±0.21 ^{b,A}
CON2	32.35±0.31 ^{b,AB}	32.08±0.37 ^{a,B}	32.27±0.27 ^{ab,AB}	32.65±0.16 ^{b,AB}	32.82±0.52 ^{a,A}
SN	33.06±0.55 ^{ab,A}	32.39±0.35 ^{a,A}	32.09±0.22 ^{a,A}	32.82±0.51 ^{b,A}	32.83±0.07 ^{a,A}
DAN	33.04±0.27 ^{ab,A}	32.22±0.33 ^{a,B}	32.18±0.59 ^{ab,B}	32.41±0.30 ^{b,AB}	32.77±0.06 ^{a,AB}
DCN	33.22±0.31 ^{a,AB}	32.44±0.51 ^{a,A}	31.97±0.35 ^{bc,C}	33.81±0.12 ^{a,A}	33.16±0.31 ^{a,B}

CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

¹⁾ Mean±standard deviation (SD) of three replications (n=3).

²⁾ Data with different superscript small letters (^{a-c}) in a column are significantly different ($p<0.05$).

³⁾ Data with different superscript capital letters (^{A-C}) in a row are significantly different ($p<0.05$).

량은 단일층, 이중층 나노에멀션 생면과 비교하여 유의적으로 낮게 평가되었다($p<0.05$). 이러한 결과는 이중층 나노에멀션의 수분흡수율이 가장 높았던 결과와 같은 경향으로 생각되었다. 저장기간에 따른 처리구별 수분함량 변화는 $32.08\pm 0.3\sim 33.81\pm 0.12\%$ 였고, 물반죽 생면, pre-emulsion 생면, 그리고 단일층 나노에멀션 생면은 저장 기간 동안 일정한 수분함량을 유지하였으나, 이중층 나노에멀션 생면은 저장기간이 길어질수록 수분함량이 유의적으로 감소하였다($p<0.05$).

검물질을 첨가한 홍삼생면의 저장안정성에 관한 Kim EM (2009)의 보고에 따르면 대조구와 비교하여 검물질 첨가구의 수분보유력이 높았고, 저장 기간이 지남에 따라 대조구의 수분함량은 거의 변화가 없었던 반면, 검물질 첨가구의 수분함

량이 다소 감소하였다고 보고하여 본 결과와 유사한 경향을 제시하였다.

생면의 저장기간에 따른 색도 변화는 Table 8에 나타내었다. 저장 1일 생면의 L, a, b값은 각각 $68.51\pm 0.53\sim 76.59\pm 1.06$, $-2.03\pm 0.02\sim -6.20\pm 0.13$, $15.66\pm 0.30\sim 28.42\pm 0.19$ 범위에서 저장 28일 후 $68.13\pm 2.22\sim 72.86\pm 0.92$, $-0.77\pm 0.10\sim -5.51\pm 0.20$, $13.99\pm 0.21\sim 27.06\pm 0.44$ 로 변화하였다. 결과적으로, 시간이 지나면서 모든 시료구에서 초기 대조구에 비교하여 L, a, b값이 감소하였고, 색차이가 적어졌다.

7. 미생물 변화

생국수류의 품질 특성 평가로는 이화학적 특성, 조리 특성,

Table 8. Change of color value of wet noodles based on CLN for 28 days at 4°C¹⁾

	Day	L	a	b	ΔE
CON1	0	76.59±1.06 ^{a,2)}	-2.03±0.02 ^c	15.66±0.30 ^a	57.09±1.09 ^a
	7	72.53±0.87 ^c	-1.39±0.17 ^b	14.96±0.32 ^a	52.98±0.90 ^c
	14	73.19±1.04 ^{bc}	-1.44±0.22 ^b	14.13±0.79 ^b	53.39±1.21 ^{bc}
	21	74.07±0.46 ^b	-1.28±0.08 ^b	15.09±0.42 ^a	54.50±0.53 ^b
	28	72.86±0.92 ^{bc}	-0.77±0.10 ^a	13.99±0.21 ^b	53.02±0.88 ^c
CON2	0	68.51±0.53 ^a	6.20±0.13 ^a	28.42±0.19 ^a	55.11±0.45 ^a
	7	65.91±1.64 ^b	5.37±0.27 ^{bc}	26.87±0.60 ^b	52.01±1.68 ^b
	14	67.00±0.94 ^{ab}	5.24±0.12 ^c	26.48±0.44 ^b	52.73±1.02 ^b
	21	67.94±1.44 ^{ab}	5.63±0.27 ^b	37.15±0.67 ^b	53.91±1.53 ^{ab}
	28	68.13±2.22 ^{ab}	5.51±0.20 ^{bc}	27.06±0.44 ^b	54.02±2.11 ^{ab}
SN	0	71.94±0.23 ^a	3.24±0.26 ^a	26.20±0.71 ^a	56.74±0.36 ^a
	7	66.59±2.00 ^c	2.69±0.16 ^b	23.36±0.48 ^c	50.66±1.94 ^c
	14	69.42±0.69 ^b	2.72±0.13 ^b	23.39±0.24 ^{bc}	53.20±0.61 ^b
	21	71.70±2.36 ^{ab}	3.13±0.38 ^a	23.99±0.34 ^b	55.54±2.15 ^a
	28	71.62±0.73 ^{ab}	2.77±0.18 ^b	23.72±0.30 ^{bc}	55.33±0.65 ^a
DAN	0	71.87±0.16 ^a	3.41±0.04 ^a	26.87±0.30 ^a	57.00±0.21 ^a
	7	66.08±2.29 ^b	2.69±0.26 ^{bc}	23.35±0.65 ^b	50.22±2.24 ^c
	14	70.33±1.47 ^a	3.03±0.21 ^b	23.41±0.67 ^b	54.05±1.59 ^b
	21	70.71±0.68 ^a	2.97±0.20 ^{bc}	24.08±0.30 ^b	54.68±0.72 ^b
	28	71.81±1.45 ^a	2.74±0.23 ^{bc}	23.73±0.50 ^b	55.50±1.25 ^{ab}
DCN	0	73.01±0.73 ^a	2.99±0.11 ^{bc}	25.71±0.27 ^a	57.46±0.78 ^a
	7	66.38±0.72 ^c	2.56±0.13 ^c	23.29±0.27 ^c	50.44±0.72 ^d
	14	69.27±1.14 ^b	3.20±0.15 ^b	24.37±0.71 ^b	53.53±1.34 ^c
	21	72.12±1.93 ^a	3.39±0.62 ^{ab}	24.69±0.78 ^{ab}	56.24±1.61 ^{ab}
	28	71.43±2.05 ^a	3.69±0.37 ^a	24.21±1.35 ^{bc}	55.43±2.16 ^b

CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

¹⁾ Mean±standard deviation (SD) of three replications (n=5).

²⁾ Data with different superscript small letters (^{a-c}) in a column are significantly different ($p<0.05$).

관능적 특성 이외에도 미생물학적인 특성이 있다. 미생물학적인 특성은 주로 총균수와 대장균군 또는 대장균이 고려되어지며, 일반적으로 밀가루로 생면을 조제시 초기 총균수는 $10^3 \sim 10^4$ CFU/g으로 알려져 있다(Park 등 1994). Fig. 5는 4°C에서 28일 동안 나노에멀션을 반죽수로 하여 만든 생면의 총균수와 효모와 곰팡이수 변화이다. 본 실험에서 생면의 초기 총균수는 키토산 나노에멀션 생면 1.0×10^5 CFU/g, 단일층 나노에멀션 생면 8.6×10^5 CFU/g, pre-emulsion 생면 8.8×10^5 CFU/g, 물반죽 생면 1.1×10^6 CFU/g, 알긴산 나노에멀션 생면 1.3×10^6 CFU/g이었다. 그러나 저장 28일 후 키토산 나노에멀션 생면은 1.5×10^6 CFU/g, pre-emulsion 생면은 1.8×10^6 CFU/g, 단일층 나노에멀션 생면은 2.5×10^6 CFU/g, 물반죽 생면은 9.7×10^6 CFU/g, 알긴산 나노에멀션 생면은 1.1×10^7 CFU/g로 변화하였다. 이상의 결과로 볼 때, 키토산 이중층 나노에멀션 생면이

미생물 증식 억제에 매우 효과적인 것으로 판단되었다. 또한 키토산 이중층 나노에멀션 생면의 경우, 저장 28일 이후의 효모와 곰팡이수도 가장 적게 검출되었는데 이러한 결과는 키토산 고분자의 항균활성에 기인하는 것으로 판단되었다.

식품분야에서 키토산은 항균작용, 보습성, 유화 안정성과 생리활성 기능의 연구가 다량 이루어지고 있다. Kim JS(2004)는 키토산과 키토올리고당의 첨가가 식빵의 shelf-life를 연장시켰다고 하였고, 생면에 키토산을 첨가하여 그 저장성을 연구한 Lee 등(2000), 김치에 키토산 용액을 첨가하여 미생물 억제 효과를 보고한 Lee & Jo(1998)의 연구 결과 등, 키토산을 각종 식품에 적용했을 때 식품의 저장성 연장에 뛰어난 효과가 보고되면서 면은 물론 식빵, 음료 등의 다양한 분야에서 사용되고 있다.

8. 조리면의 관능특성

한국식품연구원에서 재직 중인 25~35세 연구원 30명을 대상으로 조리면의 차이식별검사와 기호도검사를 실시하여 Fig. 6과 Table 9에 나타내었다. Pre-emulsion 면의 강도 특성은 물반죽 면이나 나노에멀션 면과 비교하여 텍스처를 제외하고, 외관, 붉은색 강도, 매운 강도에서 유의적으로 높았으나, 기호도 측면에서는 나노에멀션 면과 비교하여 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 기호도 특성은 단일층 나노에멀션 면과

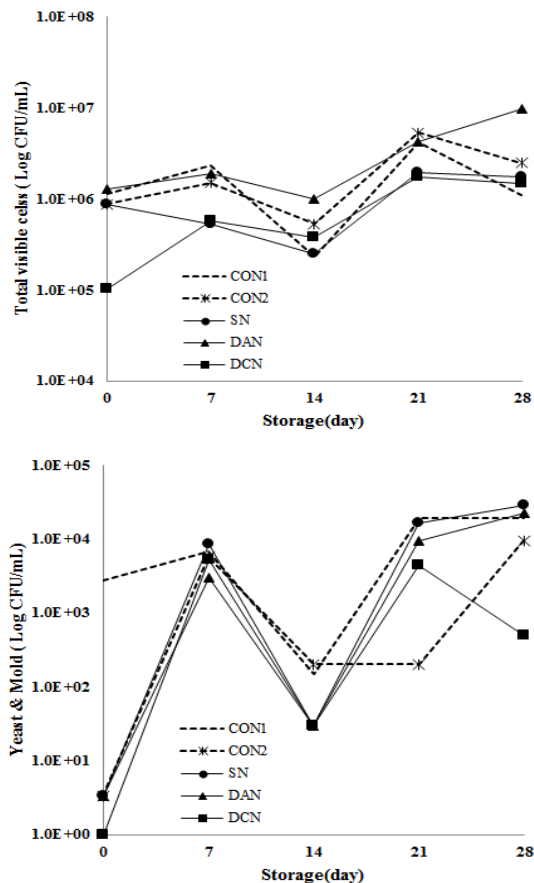


Fig. 5. Change of microorganism of wet noodles based on CLN for 28 days at 4°C. CLN, capsaicin- loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

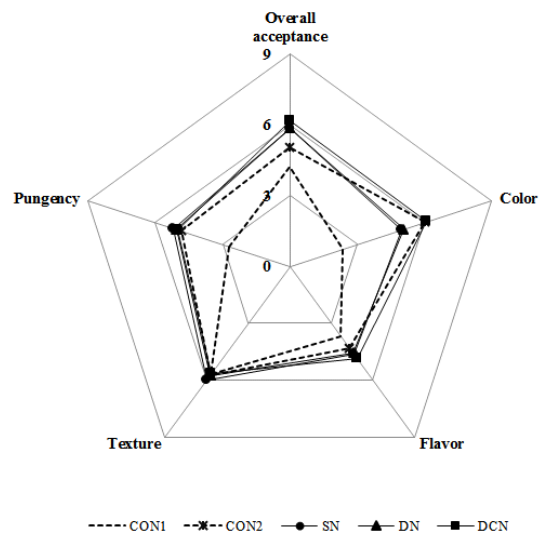


Fig. 6. Sensory evaluation of wet noodles based on CLN after cooking. CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

Table 9. Sensory attribute difference test of wet noodles based on CLN after cooking

	Appearance	Color	Texture	Pungency
CON1	4.87±2.01 ^{c,2)}	0.60±0.67 ^d	5.63±1.25 ^b	0.60±0.56 ^c
CON2	6.97±1.22 ^a	7.23±1.10 ^a	5.63±1.22 ^b	4.97±1.81 ^a
SN	5.20±1.69 ^{bc}	4.30±1.15 ^c	5.70±1.12 ^b	3.77±1.65 ^b
DAN	5.53±1.87 ^{bc}	4.57±1.30 ^c	6.00±1.14 ^b	3.50±1.59 ^b
DCN	5.97±1.43 ^b	5.33±1.27 ^b	6.67±1.35 ^a	3.23±1.50 ^b

CLN, capsaicin-loaded nanoemulsions; CON1, wet noodle based on water; CON2, wet noodle based on pre-emulsion; SN, wet noodle based on single-layer nanoemulsion; DAN, wet noodle based on double-layer (alginate) nanoemulsion; DCN, wet noodle based on double-layer (chitosan) nanoemulsion.

¹⁾ Mean±standard deviation (SD) of three replications (n=30).

²⁾ Data with different superscript small letters (^{a-c}) in a column are significantly different ($p<0.05$).

이중층 나노에멀션 면이 붉은 색 정도, 향미, 텍스처, 매운 정도, 전체적인 기호도의 항목에서 물반죽 면이나 pre-emulsion 면과 비교하여 유의미하게 높게 평가되었다($p<0.05$).

이러한 결과는, 나노에멀션 면에 함유된 capsaicinoids 함량을 감지 한계농도 수준으로 첨가하였고, 지용성 기능성분이 encapsulation되면서 섭취 중 발생할 수 있는 자극적 향미가 순화되었기 때문으로 생각되었다. 또한 물반죽 면이나 pre-emulsion 면과 비교하여 붉은 강도는 낮았으나 붉은 색에 대한 기호도는 나노에멀션 면이 유의적으로 높게 평가되었다($p<0.05$). Kim & Hong(2008)은 홍고추액을 첨가한 생면 파스타의 기호도 관능평가 결과, 적당한 정도의 붉은 색과 일정 수준의 매운맛 성분은 유의적으로 기호도를 증가시켰고, 10% 이상의 홍고추액 첨가는 붉은 색 강도와 맛이 너무 강하여 오히려 거부감을 나타내었다고 하여 본 연구 결과와 유사하게 보고하였다. 한편, 기호도 측면에서 대조구보다 높게 평가되었다는 것은 다양한 기능성 원료로 제조된 유색국수에 대한 소비자의 인식 전환과, 국수의 흰색에 대한 고정관념의 변화 등 기능성 유색국수에 대한 소비자의 선호도가 높아지고 있는 추세로 해석하여(Min 등 2015; Park 등 2015; Lim 등 2003), 본 연구결과에서 제시된 바와 같이 관능적인 기호성과 지용성 생리활성성분을 포함한 생면의 상업적 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

요약 및 결론

본 연구에서는 식품산업에 적용하기 위한 모델시스템으로 나노에멀션을 반죽수로 첨가한 생면을 제조하여 그 품질특성과 저장안정성을 검토하여 실제 산업화 적용 가능성을 연구하였다. 그 결과, 물반죽 생면과 비교하여 나노에멀션을 첨가한 생면군의 텍스처에서 탄력성이 높고 부착성이 낮아져 생면의 품질 개선에 도움을 주는 것으로 판단되었다.

물, pre-emulsion, 키토산 나노에멀션으로 조제한 생면과 조리면의 절단면을 전자주사현미경으로 관찰한 결과 키토산 나노에멀션 생면은 전체적으로 작은 전분 입자들이 균일하게 글루텐망 내부에 채워져 있었으며, 다른 처리구와 비교하여 글루텐망과 상호작용으로 부드러운 표면구조가 관찰되었다.

조리 전, 후 캡사이신 손실율은 키토산 이중층 나노에멀션 19.28% < 알긴산 이중층 나노에멀션 27.67% < 단일층 나노에멀션 34.89% < pre-emulsion 40.18% 순으로 pre-emulsion 구와 비교하여 모든 나노에멀션 첨가 생면의 capsaicinoids 포집효율이 높았고, 키토산 이중층 나노에멀션 첨가 생면의 capsaicinoids 포집효율이 가장 높게 평가되어, 알긴산과 키토산을 이용한 이중층 나노에멀션은 캡사이신 방출속도 지연과 보호가 가능하여 식품산업에서 광범위한 응용이 가능할 것으로 기대되었다.

4°C에서 28일 동안 나노에멀션을 반죽수로 하여 만든 생면의 저장 28일 후의 총균수는 키토산 나노에멀션 생면 1.5×10^6 CFU/g < pre-emulsion 생면 1.8×10^6 CFU/g < 단일층 나노에멀션 생면 2.5×10^6 CFU/g < 물반죽 생면 9.7×10^6 CFU/g < 알긴산 나노에멀션 생면 1.1×10^7 CFU/g으로 키토산 이중층 나노에멀션 생면의 미생물 증식 억제에 효과적으로 판단되었다. 또한 단일층 나노에멀션 면과 이중층 나노에멀션 면의 관능적 기호도 특성은 붉은 색 정도, 향미, 텍스처, 매운 정도, 전체적인 기호도의 항목에서 물반죽 면이나 pre-emulsion 면과 비교하여 유의적으로 높았다($p<0.05$). 그러므로 이상의 결과로 종합해 볼 때 지용성 생리활성 성분을 키토산과 같은 생체고분자물질로 나노에멀션화하여 생면에 적용할 경우, 기호도와 기능성을 동시에 만족시킬 수 있는 산업적 제품으로의 적용이 가능할 것으로 판단되었다. 또한 본 연구에서 밝혀진 결과와 결론을 바탕으로 하여 생체 전달 시스템에서의 방출효율 등에 대한 후속 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로

생각되었다.

References

- Abrol S, Trehan A, Katare OP. 2005. Comparative study of different silymarin formulation: formulation, characterization and *in vitro/in vivo* evaluation. *Curr Drug Deliv* 2:45-51
- Anderson DMW, Andon SA. 1988. Water-soluble food gums and their role in product development. *Cereal Foods World* 33:844-850
- Cheon SY, Kim KH, Yook HS. 2016. Quality characteristics of wet noodles with *Allium hookeri* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:84-90
- Choo YS, Kwon HJ. 2001. Capsaicin intake estimated by urinary metabolites as biomarkers. *Korean J Food Sci Technol* 33:784-788
- Choy AL, Hughes JG, Small DM. 2010. The effects of microbial transglutaminase, sodium stearoyl lactylate and water on the quality of instant fried noodles. *Food Chem* 122:957-964
- Clark R, Lee J, Lee SH. 2015. Synergistic anticancer activity of capsaicin and 3,3'-diindolylmethane in human colorectal cancer. *J Agric Food Chem* 63:4297-4304
- Collado LS, Corke H. 1997. Properties of starch noodles as affected by sweet potato genotype. *Cereal Chem* 74:182-189
- Ding S, Yang J. 2013. The influence of emulsifiers on the rheological properties of wheat flour dough and quality of fried instant noodles. *LWT - Food Sci Technol* 53:61-69
- Ji SK. 2000. Food Additives 3th ed. pp.359-360, pp.62-64, pp.463-468, pp.709-710, pp.378-382, pp.264-273. Food News Pub
- Ha JH, Seo HY, Shim YS, Seo DW, Soeg HM, Ito M, Nakagawa H. 2010. Determination of capsaicinoid in foods using ultra high performance liquid chromatography. *Food Sci Biotechnol* 19:1005-1009
- Hwang JH, Jang MS. 2001. Effect of paprika(*Capsicum annum* L.) juice on the acceptability and quality of wet noodle(I). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17:373-379
- Hwang MK, Bode AM, Byun SG, Song NR, Lee HJ, Lee KW, Dong Z. 2010. Cocarcinogenic effect of capsaicin involves activation of EGFR signaling but not TRPV1. *Cancer Res* 70:6859-6869
- Katagiri M, Kitabatake N. 2010. Rheological properties of somen noodle - A traditional Japanese wheat product. *J Food Sci* 75:51-58
- Kelmann R, Kuminek G, Teixeira HF, Koester LS. 2007. Carbazepine parenteral nanoemulsions prepared by spontaneous emulsification process. *Int J Pharm* 342:231-239
- Kerch G, Rustichelli F, Ausili P, Zicans J, Meri RM, Glonin A. 2008. Effect of chitosan on physical and chemical processes during bread baking and staling. *Eur Food Res Technol* 226:1459-1464
- Kim DY, Lee H, Choue R. 2013. Comparative study on awareness, preference and sensory evaluation of *kimchi* in Chinese and Korean students residing in Korea. *Korean Soc Food Cult* 28:158-166
- Kim EM. 2009. Quality characteristics and shelf-life of red ginseng wet noodles prepared with gums. *Korean J Food cookery Sci* 25:160-169
- Kim GH, Bang HY. 2000. Comparison of pungency perception between Korean and Australian. *Korean J Soc Food Sci* 16:55-58
- Kim JS. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30:1373-1380
- Kim JS. 2004. Effect of chitosan addition on the shelf-life of bread. *Korean J Food & Nutr* 17:388-392
- Kim JS, Hong JS. 2008. Quality characteristics of fresh pasta noodle added with red hot pepper juice. *Korean J Food cookery Sci* 24:882-890
- Kim JS, Son JY. 2004. Effects of condensed phosphates on the quality and self-life of wet noodle. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20:133-137
- Kim MJ, Lee SJ, Kim CT. 2016. Preparation and stability of capsaicin-loaded nanoemulsion by microfluidization. *Korean J Food & Nutr* 29:985-997
- Kim S, Koo HJ, Kim KS, Park JB. 2006. Characteristics of Korean single-harvested pepper(*Capsicum annum* L.) flakes and the effects on the quality of various dressings. *Korean J Food Cookery Sic* 22:12-21
- Kim UK. 2005. Market trends of raw noodles. *Food World* 6:56-61
- Kim WY, Lim KS, Park HS. 2010. Protective effect of capsaicin on th Ischemia - Reperfusion injury of the intestine in rats. *J Korean Soc Eme* 13:155-162
- Korea Food and Drug Administration. 2010. Korea Food Codex. pp.285-286, pp.15-1-1, pp.10-3-1~10-3-30
- Ku KH, Kim NY, Park JB, Park WS. 2001. Characteristics of color and pungency in the red pepper for *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 33:231-237

- Kwon DS, Kim YJ, Lee S, Yoo JY. 1998. Technical development of hot sauce with red pepper. *Korean J Food Sci Technol* 30:391-396
- Lai HM. 2001. Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta. *J Sci Food Agric* 82:203-216
- Lee JW, Lee HH, Rhim JW. 2000. Shelf life extension of white rice cake and wet noodle by the treatment with chitosan. *Korean J Food Sci Technol* 32:828-833
- Lee SH, Jo OK. 1998. Effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping of chitosan on shelf-life of kimchi. *Korean J of Food Sci Technol* 30:1367-1372
- Lee YJ, Yeon BR, Kim MH, Kim MR. 2008. Quality characteristics and antioxidant activity of raw and cooked noodles amended with spirulina. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:1081-1088
- Lee YN, Kim YS, Song GS. 2000. Quality characteristic of dry noodles prepared with immature *Rubus coreanus*(*Bogbunja*) powder. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43:271-276
- Lim YS, Cha WJ, Lee SK, Kim YJ. 2003. Quality characteristics of wet noodles with *Lycii fructus* powder. *Korean J Food Technol* 35:77-83
- Liu CH, Bu XL, Wang J, Zhang T, Xiang Y, Shen LL, Wang QH, Deng B, Wang X, Zhu C, Yao XQ, Zhang M, Zhou HD, Wang YJ. 2016. The associations between a capsaicin-rich diet and blood amyloid- β levels and cognitive function. *J Alzheimers Dis* 52:1081-1088
- Min AY, Son AY, Kim HJ, Shin SK, Kim MR. 2015. Quality characteristics and antioxidant activities of noodles added with *Rehmanniae radix preparata* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:386-392
- Na SK, Park HJ, Jung DH, Kim JH, Kim KW, Lee SM, Yoon S, Lee SI, Park IS. 1999. The effect of red pepper and capsaicin on gastric emptying. *Korean J Gastroenterol* 33:496-503
- Niu M, Hou GG, Kindelshire J, Krishnan P, Zhao S. 2017. Microstructural, textural, and sensory properties of whole-wheat noodle modified by enzymes and emulsifiers. *Food Chem* 223:16-24
- Park BH, You MJ, Cho HS. 2015. Quality characteristics of dried noodle containing *Capsosiphon fulvescens* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 25:300-308
- Park HJ, Yu IS, Kim SK, Lee YS, Kim YB. 1994. Prediction of shelf-life of noodles by bacterial count. *Korean J Food Sci Technol* 26:557-560
- Park JS, Kim MH, Yu R. 1999. Approximate amounts of capsaicin intakes determined from capsaicin contents in powdered soups of Korean instant noodles and hot peppers. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:501-504
- Park S, Kim DJ, Shin WS. 2012. Adaptability and preference to Korean food with foreigners who reside in Seoul, Korea. *Korean J Community Nutr* 17:782-794
- Seo DY, Ko JR, Baek YH. 2008. The effects of short-term exercise and capsaicin supplementation on serum lipids, antioxidants and Akt contents in STZ-induced diabetic rat. *J Life Sci* 18:1739-1744
- Woo SH, Jung DO, Lee KY, Lee HS, Guem BY. 2015. Food Additives 9th ed. pp.231. Donghwa pub
- Xu Q, Barrios CA, Cutright T, Newby BZ. 2005. Evaluation of toxicity of capsaicin and zosteric acid and their potential application as antifoulants. *Environ Toxicol* 20:467-474
- Yamaguchi M, Yahagi N, Kato H, Takano F. 2010. Capsicum extract and its constituents modulated the production of immunoglobulines in Peyer's patch cells *ex vivo*. *J Funct Foods* 2:255-262
- Yoon HY. 2007. Noodle with high water content and preparation methods of preparation thereof. Korea Patent 10-2007-00-36838

Received 19 June, 2017
 Revised 03 August, 2017
 Accepted 16 August, 2017